

**1 OF 1 HITS, 1 PAGES**  
**HIT: 1, 0 OF 0 selected**

© Thomson Scientific Ltd. DWPI

**Accession Number**

2001-530877

**Title Derwent**

Method for repairing rotating components of gas turbine uses focussed material jet of water to separate predeterminable interface over an area of a component and then locking on replacement part with keyed engagement

**Abstract Derwent**

**Novelty:** An area of a component of the gas turbine is separated along a predeterminable interface (3) through a focussed material jet of water preferably mixed with abrasive substances, and a replacement or connecting part (3) is then locked with keyed engagement onto the interface.

**Description:** Several cutting lines can be provided so that after connecting the replacement part to the component it is prevented from sliding in a direction of the main operating load on the component.

**Use:** for gas turbines and other flow machines

**Advantage:** prevents risk of subsequent fissures caused through repair

**Description of Drawing:** shows cut for repairing turbine blade - replacement part (2) - interface (3) -

**Assignee Derwent + PACO**

ABB ALSTOM POWER SCHWEIZ AG ALLM-S

**Assignee Original**

ABB ALSTOM POWER (Schweiz) AG

**Inventor Derwent**

BEECK A KREIS E  
MC CARTHY M

**Patent Family Information**

DE19963714-A1 2001-07-05

**First Publication Date** 2001-07-05

**Priority Information**

DE100063714 1999-12-29

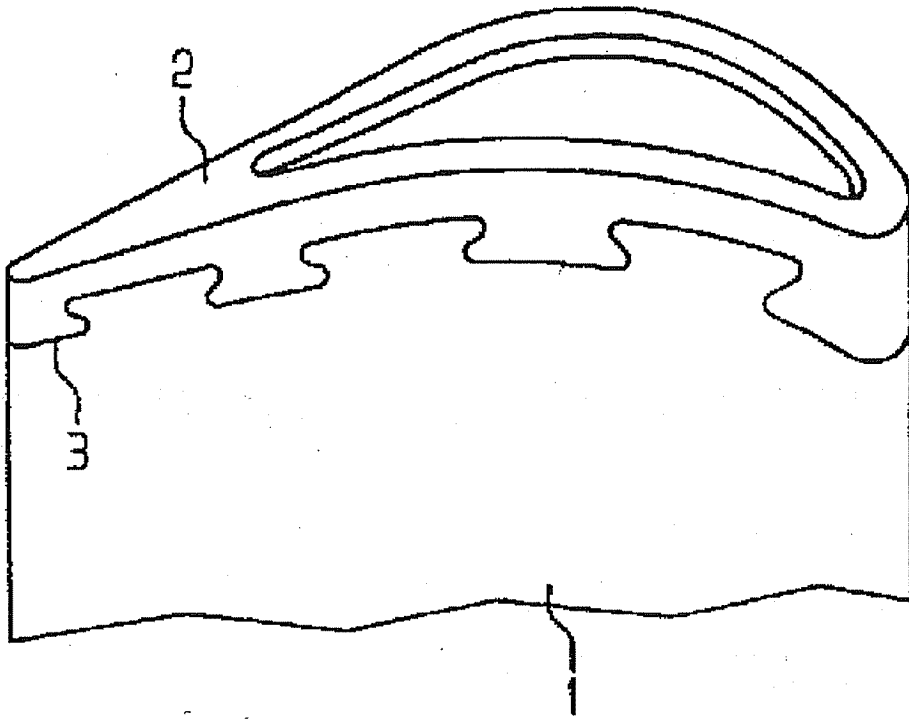
**Derwent Class**

P56 P61 P62 Q51

**International Patent Classification (IPC)**

IPC Symbol	IPC Rev.	Class Level	IPC Scope
B23P-0006/00	2006-01-01	I	C
B24C-0001/00	2006-01-01	I	C
F01D-0005/00	2006-01-01	I	C
B23P-0006/00	2006-01-01	I	A
B24C-0001/04	2006-01-01	I	A
F01D-0005/00	2006-01-01	I	A

**Drawing**





19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 199 63 714 A 1**

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 23 P 6/00**  
B 24 C 1/00  
F 01 D 5/12  
B 26 F 3/00

21 Aktenzeichen: 199 63 714.8  
22 Anmeldetag: 29. 12. 1999  
43 Offenlegungstag: 5. 7. 2001

DE 199 63 714 A 1

71 Anmelder:  
ABB ALSTOM POWER (Schweiz) AG, Baden,  
Aargau, CH

74 Vertreter:  
Rösler, U., Dipl.-Phys.Univ., Pat.-Anw., 81241  
München

72 Erfinder:  
Beeck, Alexander, 79790 Küssaberg, DE; Mc Carthy,  
Mark, Baden, CH; Kreis, Erhard, Otelfingen, CH

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

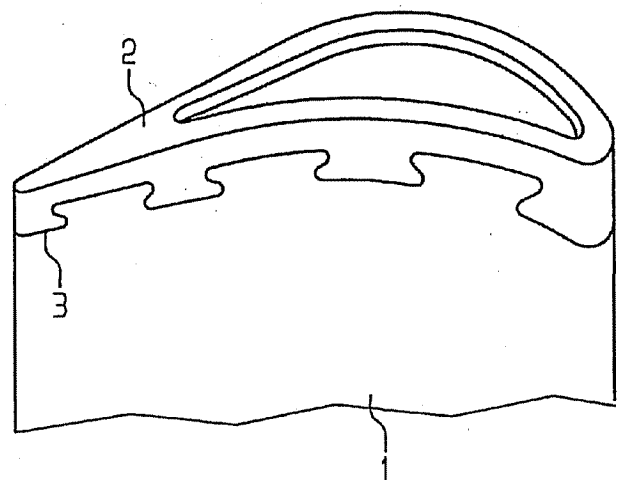
DE 196 22 584 C1  
FR 26 31 268 A1  
EP 08 82 545 A2  
EP 08 37 220 A2  
= DE 196 42 980 C1

STORCH, W., et.al.: Instandhaltung von  
Dampfturbinen-Endstufenschaukeln. In: BWK,  
Bd. 45, 1993, Nr.5, Mai, S.240-246;  
HUNZIKER-JOST, Urs W.: Ist der Wasserstrahl eine  
Konkurrenz zum Laser? In: TR - Technische  
Rundschau, H.24, 1993, S.52-58;  
DE BRUYN, F.W., CORIN, C.O.: Wasser und Druck -  
ein nicht zu bremsendes Team. In: ZM - Der  
Zuliefermarkt, Juli 1991, S.ZM111 - ZM113;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

54 Verfahren zum Reparieren oder Aufbauen von rotierenden Komponenten einer Strömungsmaschine

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reparieren oder Aufbauen von Komponenten einer Strömungsmaschine, insbesondere einer Gasturbine. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Bereich der Komponente entlang einer vorgebbaren Schnittlinie (3) von der Komponente abgetrennt, wobei eine definierte Schnittfläche an der Komponente entsteht. Das Abtrennen des Bereiches erfolgt mit einem gebündelten Materialstrahl. Schließlich wird ein Ersatz- oder Anschlußteil (2) für den abgetrennten Bereich formschlüssig mit der Schnittfläche gefertigt und mit der Komponente verbunden. Das Verfahren ermöglicht die Reparatur und den Aufbau der Komponenten, ohne die Gefahr einer späteren Rissbildung an der Reparaturstelle zu erhöhen.



DE 199 63 714 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Reparieren oder Aufbauen von rotierenden Komponenten einer Strömungsmaschine, bei dem ein Bereich einer Komponente der Strömungsmaschine entlang einer vorgebbaren Schnittlinie von der Komponente abgetrennt wird, wobei eine definierte Schnittfläche an der Komponente entsteht, und ein Ersatz- oder Anschlußteil formschlüssig mit der Schnittfläche gefertigt und mit der Komponente verbunden wird. Das Verfahren ist hierbei insbesondere zum Reparieren von Gasturbinen- oder Verdichterschaukeln geeignet, die durch betriebsbedingte Umstände beschädigt sind. Das Verfahren läßt sich auch vorteilhaft zum Aufbauen derartiger Schaufeln aus unterschiedlichen Materialien oder Materialstrukturen einsetzen.

## Stand der Technik

Die Komponenten von Strömungsmaschinen, insbesondere die Verdichter- und Turbinenschaufeln, unterliegen je nach Einsatzbedingungen im Betrieb einem starken Verschleiß. Dieser Verschleiß kann durch zusätzliche Beschädigungen, wie dem Wegbrennen einer Rotorschaukelspitze oder der Entstehung von Löchern im Schaufelblatt durch Fremdkörper einschlag noch erhöht werden. Die Reparatur derart beschädigter Laufschaufeln gestaltet sich gerade dann problematisch, wenn diese Schaufeln aus besonderen Materialien bestehen, wie dies bei einkristallin oder gerichtet erstarrten Schaufeln der Fall ist.

Zur Reparatur von verschlissenen Schaufelspitzen ist es bekannt, diese mittels spanender Bearbeitung auf ein definiertes Maß abzarbeiten und anschließend das fehlende Material durch Auftragsschweißen wieder aufzubringen.

Derartige Schweißreparaturverfahren führen jedoch häufig zu unerwünschter Rissbildung an der Reparaturstelle. Der Einsatz von Lötverfahren anstelle der Schweißverfahren bringt in der Regel nicht die für den Einsatz geforderte Festigkeit der Schaufeln.

Bei einem weiteren bekannten Reparaturverfahren wird der beschädigte Blattspitzenbereich bis auf einen Schaufelblattstumpf abgetrennt. Anschließend wird ein speziell gefertigter Reparaturkörper annähernd formschlüssig auf den Schaufelblattstumpf aufgebracht. Ein derartiges Verfahren zur Instandsetzung verschlissener Schaufelspitzen von Turbinenschaufeln ist beispielsweise in der EP 0 837 220 beschrieben. Bei diesem Verfahren wird die verschlissene Schaufelspitze durch Laserstrahlschneiden abgetrennt. An das Restschaufelblatt wird ein Reparaturprofil als Ersatz der verschlissenen Schaufelspitze angesetzt und mittels Schweißen oder Lötens mit dem Restschaufelblatt verbunden.

Der Einsatz eines Laserschneideverfahrens zum Abtrennen der verschlissenen Schaufelspitze hat jedoch, ebenso wie der Einsatz von Erodierverfahren, den Nachteil, dass beim Schneidevorgang Wiederaufschmelzzonen entstehen, die selbst wieder zu Rissbildung am Schaufelblatt führen können. Weiterhin erfordert eine derartige Materialbearbeitung in der Regel eine Nachbehandlung der Schnittstelle, so daß ein korrekter Formschluß zwischen Reparaturteil und Restschaufelblatt nur schwer erreichbar ist.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Reparieren von Komponenten einer Strömungsmaschine anzugeben, das die obigen Nachteile nicht aufweist und die Gefahr einer späteren durch die Reparatur verursachte Rissbildung verhindert.

Die Aufgabe wird mit dem Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Bereich der Komponente entlang einer vorgebbaren Schnittlinie von der Komponente abgetrennt, wobei eine definierte Schnittfläche an der Komponente entsteht. Das Abtrennen des Bereiches erfolgt beim erfindungsgemäßen Verfahren mit einem scharf gebündelten Materialstrahl unter hohem Druck. Für den abgetrennten Bereich wird ein Ersatz- oder Anschlussteil gefertigt, das sich formschlüssig mit der Schnittfläche des verbleibenden Teils der Komponente verbinden läßt. Die Verbindung erfolgt hierbei durch ein geeignetes Fügeverfahren, vorzugsweise mittels Hartlötens.

Durch den Einsatz des Materialstrahls läßt sich ein defekter Bereich ohne Erzeugung von Wiederaufschmelzzonen von der Komponente abtrennen. Hierbei kann ein beliebig geformter Schnitt mit sehr hoher Genauigkeit durchgeführt werden. Vorzugsweise wird als Materialstrahl ein Wasserstrahl eingesetzt, dem zusätzliche Schleifmittel beigegeben sein können. Die hohe Genauigkeit, die durch CNC-gesteuerte Wasserstrahlschneidemaschinen erreichbar ist, gewährleistet, dass der zum Verbinden notwendige enge Spalt zwischen dem Ersatzteil und dem intakten Bereich der Komponente erreicht werden kann. Durch den Einsatz eines Wasserstrahl-Schneideverfahrens kann somit die Reparatur der defekten Komponente durchgeführt werden, ohne die Gefahr einer Rissbildung durch die Reparatur zu erhöhen.

Selbstverständlich lassen sich neben Wasser auch andere fluide oder feste Materialien für den Materialstrahl einsetzen, mit denen eine hohe Schnittgenauigkeit erzielt werden kann.

Neben der Reparatur bzw. dem Ersatz von defekten Bereichen der Komponenten läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren auch zum Aufbau der Komponenten einsetzen. Auf diese Weise können beispielsweise "gebaute" Schaufeln hergestellt werden, deren Blattflügel aus einem hochwertigeren Material bestehen kann als die Plattform. Dies wird dadurch erreicht, daß ein Bereich der Komponente, z. B. die Plattform, mit dem Materialschneideverfahren entlang der vorgebbaren Schnittlinie abgetrennt und ein formschlüssig mit der Schnittfläche gefertigtes Anschlussteil, z. B. der Blattflügel, das aus einem hochwertigeren Material bestehen kann, mit der Schnittfläche des verbleibenden Teils der Komponente verbunden wird.

Dieses Aufbauverfahren einer Komponente wird durch die hohe Genauigkeit ermöglicht, mit der der Formschluß zwischen den Komponententeilen durch den Einsatz des Materialstrahls zur Erzeugung der Schnittfläche erreicht werden kann.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Verlauf der Schnittlinie so gewählt, dass eine Verschiebung des Ersatz- bzw. Anschlussteils nach der Verbindung mit der Komponente relativ zu dieser zumindest in einer Richtung einer Hauptbetriebslast dieser Komponente verhindert wird. Diese besondere Ausgestaltung der Schnittlinie wird durch das exakte arbeitende Schneideverfahren ermöglicht. Durch die geeignete Wahl der Schnittlinie kann hierbei verhindert werden, dass die Zentrifugalkraft als eine Hauptbetriebslast der Komponente von der Verbindungsnaht zwischen dem Ersatz- oder Anschlussteil und der Komponente getragen werden muss.

Der Verlauf der Schnittlinie wird hierbei vorzugsweise so gewählt, dass das Ersatz- oder Anschlussteil und die Komponente nach dem Verbinden ineinandergreifen. Hierfür können beispielsweise Hinterschneidungen erzeugt werden,

die ein Verschieben des Ersatz- oder Anschlussteils relativ zur Komponente in einer Richtung einer Hauptbetriebslast verhindern.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird diejenige Fläche des Ersatz- oder Anschlussteils, die bei der Verbindung mit der Komponente auf deren Schnittfläche formschlüssig aufgesetzt wird, ebenfalls mit einem Materialstrahl-Schneideverfahren erzeugt. Auf diese Weise lassen sich beide Flächen mit sehr hoher Genauigkeit erzeugen.

Eine Schweißverbindung zwischen dem Ersatz- oder Anschlussteil und der Komponente birgt wiederum die Gefahr des Wiederaufschmelzens, so dass vorzugsweise Lötverfahren zur Verbindung eingesetzt werden. Die Anforderungen an die geforderte Festigkeit sind hierbei gerade bei einer Schnittführung gering, bei der eine Verschiebung des Ersatz- oder Anschlussteils unter einer Hauptbetriebslast der Komponente durch die Schnittführung selbst verhindert wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird das Verfahren zum Aufbauen eines Schaufelblattes eingesetzt, das sich aus einer Schaufelplattform und einem Schaufelblattflügel zusammensetzt. Hierbei wird zunächst die Schaufelplattform aus einem üblichen Material in der gewünschten Form gegossen. Aus dieser Plattform wird ein Bereich, der den Anschlußbereich zum Schaufelblattflügel bilden soll, mit dem Materialstrahl entlang einer definierten Schnittlinie abgetrennt. Der Schaufelblattflügel wird aus einem hochwertigeren Material, insbesondere aus einkristallin oder gerichtet erstarrtem Material, in Formschluß zur Schnittfläche der Schaufelplattform gefertigt und anschließend mit dieser verbunden. Hierbei ist es vorteilhaft, die Schnittführung derart zu gestalten, daß der Schaufelblattflügel in Richtung der im späteren Betrieb einwirkenden Zentrifugalkräfte allein durch den Formschluß gehalten werden kann.

Auf diese Weise lassen sich Anordnungen mit einkristallin oder gerichtet erstarrten Schaufelblättern kostengünstiger herstellen, da diese nicht in der üblichen Weise zusammen mit der Plattform aus einem Guß gefertigt werden müssen.

#### Kurze Beschreibung der Erfindung

Die Erfindung wird nachfolgend ohne Beschränkung 4 des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch erläutert. Hierbei zeigen:

**Fig. 1** ein Beispiel für die Schnittführung bei der Reparatur einer Schaufelspitze einer Turbinenschaufel;

**Fig. 2a** weitere Beispiele für die Schnittführung bei der Reparatur einer Turbinenschaufel; und

**Fig. 2b** einen Ausschnitt aus **Fig. 2a** in einem Zustand vor dem Einsetzen eines Reparaturteils.

#### Wege zur Ausführung der Erfindung

**Fig. 1** zeigt ein Beispiel für die Schnittführung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei der Reparatur einer Turbinenschaufelspitze. In der Figur ist hierbei der unveränderte Teil bzw. Grundkörper 1 der Turbinenschaufel sowie das neu gefertigte und am Grundkörper 1 angebrachte Reparatur- bzw. Ersatzteil 2 zu erkennen. Die Schnittführung zur Abtrennung des defekten Teils der Schaufelspitze vom Grundkörper 1 ist mit dem Bezugszeichen 3 gekennzeichnet. In diesem Beispiel ist der Verlauf der Schnittlinie 3 so gewählt, dass eine in Richtung der Schaufelspitze wirkende Zentrifugalkraft während des Betriebes der Turbinenschaufel nicht zu einer Verschiebung des Ersatzteils 2 relativ zum

Grundkörper 1 in dieser Richtung führen kann. Hierzu ist die Schnittlinie 3 so ausgeführt, dass Ersatzteil 2 und Grundkörper 1 annähernd senkrecht zur Zentrifugalkraft ineinandergreifen. Durch dieses Ineinandergreifen müssen die durch die Hauptbetriebslast, insbesondere die Zentrifugalkraft, einwirkenden Kräfte nicht von der Nahtstelle zwischen dem Ersatzteil 2 und dem Grundkörper 1 aufgenommen werden. An die Qualität bzw. Festigkeit der Verbindung werden daher keine hohen Anforderungen gestellt. Diese Verbindung kann daher beispielsweise durch ein Hartlötverfahren erfolgen.

**Fig. 2a** zeigt ein Teil eines Schaufelblattflügels 4 auf der zugehörigen Plattform 5. In diesem Beispiel sind ein eingelötetes Reparaturteil 6 am Schaufelblattflügel 4 mit der angedeuteten Schnittlinie 3 sowie ein eingesetztes Reparaturteil 8 an der Plattform 5, ebenfalls mit angedeuteter Schnittlinie 3, zu erkennen. Für die Schnittlinie 3 am Schaufelblattflügel 4 wurde ein Verlauf gewählt, der eine Verschiebung des Reparaturteils 6 sowohl in Richtung der Vorderkante des Schaufelblattflügels als auch in Richtung der (im Betrieb) radial wirkenden Zentrifugalkraft verhindert. Durch den Schnittverlauf werden hierbei Hinterschnidungen erzeugt, wie sie auch im Beispiel der **Fig. 1** dargestellt sind.

**Fig. 2b** zeigt das Reparaturteil 6 vor dem Einsetzen in die mit einem Wasserstrahl ausgeschnittene Ausnehmung 7 des Schaufelblattflügels 4. Wie aus der Figur deutlich zu erkennen ist, kann das Reparaturteil 6 seitlich passgenau in die Ausnehmung 7 eingeschoben werden, jedoch aufgrund der Hinterschnidungen 9 im Schnittverlauf nicht in Richtung der Schaufelblattkante verschoben werden.

Eine vergleichbare Schnittführung ist für den Einsatz des Reparaturteils 8 in einen defekten Bereich der Plattform 5 gewählt worden. Hier wird durch den Verlauf der Schnittlinie 3 verhindert, dass das Reparaturteil 8 in Richtung der Schaufelblattspitze, d. h. der Richtung der im Betrieb auftretenden Zentrifugalkraft, bewegt werden kann. Auch in diesem Fall wird somit erreicht, dass an die Fügeverbindung selbst keine hohen Anforderungen hinsichtlich der Festigkeit gestellt werden müssen.

In der dargestellten Art und Weise können beliebige Bereiche von Komponenten von Strömungsmaschinen, insbesondere von Gasturbinen, auf einfache Weise ersetzt werden, ohne hierdurch die Gefahr von Folgeschäden zu erhöhen. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht hierbei insbesondere die Reparatur von Verdichter- oder Turbinenschaufeln einschließlich deren Plattformen. Ein weiterer Vorteil des Verfahrens besteht darin, dass die Fügeverbindung selbst beispielsweise durch ein Lötverfahren hergestellt werden kann. Derartige Lötverfahren bieten in der Regel keine ausreichende Festigkeit der Nahtstelle, wie sie die auftretenden Betriebslasten bei Turbinen- oder Verdichterschaufeln erfordern. Durch die besondere Schnittlinienführung bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens können die Nahtstellen jedoch entlastet werden, so dass sich die Anforderungen an die Verbindungsfestigkeit reduzieren und den Einsatz von Lötverfahren ermöglichen. Die hohe Genauigkeit, die durch CNC-gesteuerte Wasserstrahlschneidemaschinen erreichbar ist, stellt dabei den zur Lötung notwendigen engen Spalt zwischen dem Reparaturteil und der Komponente sicher.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass beispielsweise bestimmte Bereiche einer Turbinenschaufel durch ein härteres bzw. belastbareres Material ersetzt werden können. Hierbei wird der zu ersetzende Bereich ebenso wie ein defekter Bereich mit dem Wasserstrahl ausgeschnitten, und das Ersatzteil aus dem gewünschten Material eingesetzt. Auf diese Weise lassen sich beispielsweise im Nachhinein Turbinenschaufeln an besonders

beanspruchten Stellen verstärken. Dies ermöglicht den Einsatz von einkristallinen oder gerichtet erstarrten Materialien in besonders beanspruchten Bereichen, ohne die gesamte Komponente aus diesen Materialien aufbauen zu müssen.

#### Bezugszeichenliste

1 Grundkörper einer Turbinenschaufel	
2 Ersatz- bzw. Reparaturteil	
3 Schnittlinie	10
4 Teil eines Schaufelblattflügels	
5 Teil einer Plattform	
6 Reparaturteil am Schaufelblattflügel	
7 Ausnehmung	
8 Reparaturteil an der Plattform	15
9 Hinterschneidung	

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Reparieren oder Aufbauen von rotierenden Komponenten einer Strömungsmaschine, bei dem ein Bereich einer Komponente der Strömungsmaschine entlang einer vorgebbaren Schnittlinie (3) von der Komponente abgetrennt wird, wobei eine definierte Schnittfläche an der Komponente entsteht, und ein Ersatz- oder Anschlußteil (2, 6, 8) formschlüssig mit der Schnittfläche gefertigt und mit der Komponente verbunden wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Abtrennen des Bereiches mit einem gebündelten Materialstrahl erfolgt. 20
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Materialstrahl ein Wasserstrahl eingesetzt wird. 25
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem Wasserstrahl abrasive Stoffe beigemischt werden. 30
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Verlauf der Schnittlinie (3) vorgegeben wird, der nach dem Verbinden des Ersatz- oder Anschlußteils (2, 6, 8) mit der Komponente eine Verschiebung des Ersatz- oder Anschlußteils (2, 6, 8) in einer Richtung einer Hauptbetriebslast der Komponente verhindert. 40
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Verlauf der Schnittlinie (3) so vorgegeben wird, daß das Ersatz- oder Anschlußteil (2, 6, 8) und die Komponente nach dem Verbinden ineinandergreifen. 45
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die formschlüssige Fertigung des Ersatz- oder Anschlußteils (2, 6, 8) mit der Schnittfläche durch Abtrennen eines Bauteilbereiches eines vorgefertigten Bauteiles entlang der Schnittlinie (3) mit einem gebündelten Materialstrahl erfolgt. 50
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Materialstrahl ein Wasserstrahl, gegebenenfalls mit beigemischten abrasiven Stoffen, eingesetzt wird. 55
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbinden des Ersatz- oder Anschlußteils (2, 6, 8) mit der Komponente durch Hartlöten erfolgt. 60
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zum Aufbauen eines Schaufelblattes als rotierende Komponente der Strömungsmaschine, das sich aus einer Schaufelplattform (5) und einem Schaufelblattflügel (4) zusammensetzt, ein Übergangsbereich der Schaufelplattform zum Schau-

felblattflügel als Bereich abgetrennt und der Schaufelblattflügel als Anschlußteil aus einer im Vergleich zur Schaufelplattform hochwertigeren Materialstruktur gefertigt und mit der Schaufelplattform verbunden wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

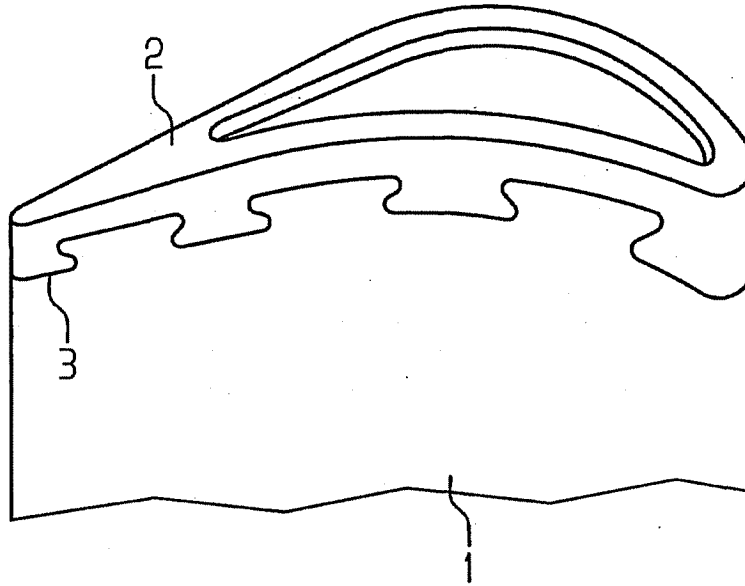


Fig. 2a

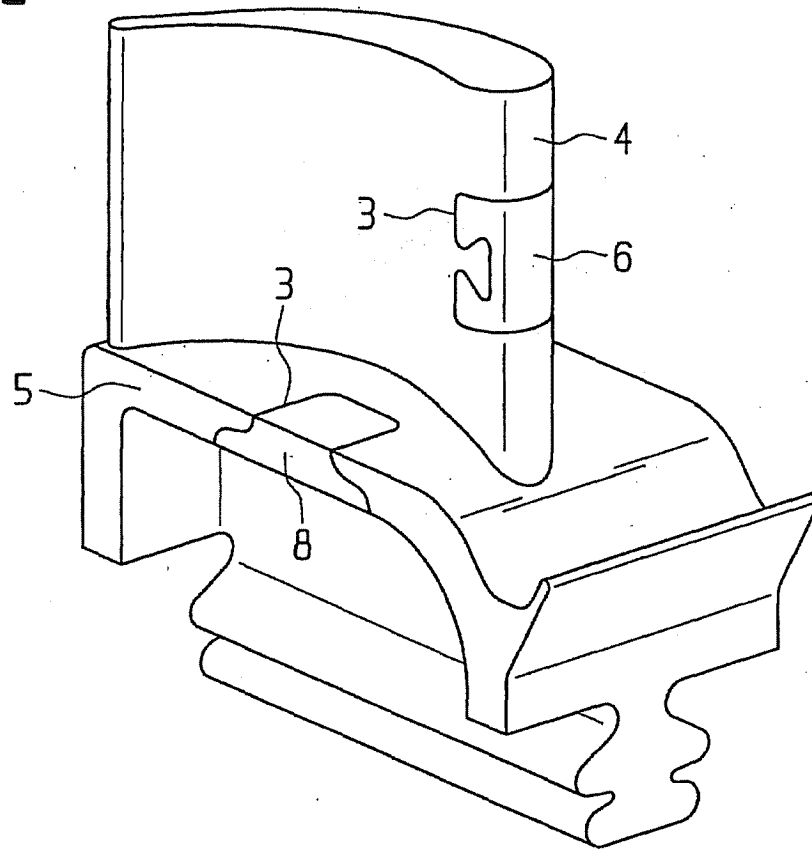


Fig. 2b

